



①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 196 33 078 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**H01 P 3/16**  
H 01 P 3/08  
H 01 P 11/00

⑳ Aktenzeichen: 196 33 078.5  
㉔ Anmeldetag: 16. 8. 96  
㉕ Offenlegungstag: 20. 2. 97

DE 196 33 078 A 1

③⑩ Unionspriorität: ③② ③③ ③①  
18.08.95 JP 7-210568

⑦① Anmelder:  
Murata Mfg. Co., Ltd., Nagaokakyo, Kyoto, JP

⑦④ Vertreter:  
Schoppe, F., Dipl.-Ing.Univ., Pat.-Anw., 82049 Pullach

⑦② Erfinder:  
Saitoh, Atsushi, Nagaokakyo, Kyoto, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Nichtstrahlender dielektrischer Wellenleiter

⑤⑦ Ein nichtstrahlender dielektrischer Wellenleiter ist vorgesehen, der verschiedene Probleme bezüglich der Positionsbestimmung der Teile, der Massenproduktion und der Variationen elektrischer Charakteristika eines dielektrischen Streifens löst, und welcher ferner ein einstückiges Formen unter Verwendung der Spritzgußtechnologie möglich macht. Eine Höhe eines Dielektrikums in dem Ausbreitungsbereich ist größer als die Höhe in dem Nicht-Ausbreitungsbereich, wobei eine dielektrische Schicht mit einer niedrigen dielektrischen Konstante in dem Nicht-Ausbreitungsbereich vorgesehen ist. Somit kann die Dicke der dielektrischen Schicht in dem Nicht-Ausbreitungsbereich vergrößert werden.

DE 196 33 078 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 12. 96 602 068/514

19/26

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen nichtstrahlenden dielektrischen Wellenleiter, der zur Verwendung bei einer Übertragungsleitung bei einer integrierten Schaltung geeignet ist, die in einer Millimeterwellenband-Ausrüstung implementiert ist.

Fig. 19A, 19B, 19C und 19D sind Schnittansichten, die den Aufbau von vier Typen von herkömmlichen nichtstrahlenden dielektrischen Wellenleitern (NRD-Leitern; NRD = Nonradiative Dielectric) darstellen. Fig. 19A zeigt eine normale nichtstrahlende dielektrische Leitung, bei der ein dielektrischer Streifen 100 zwischen leitfähigen Platten 101 und 102 vorgesehen ist, welche parallel zueinander platziert sind. Fig. 19B zeigt eine rillenartige nichtstrahlende dielektrische Leitung, bei der eine Rille in jeder der leitfähigen Platten 101 und 102 gebildet sind, wobei der dielektrische Streifen 100 in die Rille eingepaßt ist. Fig. 19C zeigt eine nichtstrahlende dielektrische Leitung vom Isolationstyp, bei der der dielektrische Streifen 100 zwischen leitfähigen Platten 105 und 106 und insbesondere zwischen dielektrischen Schichten 103 und 104 vorgesehen ist, die eine niedrige dielektrische Konstante aufweisen. Fig. 19D zeigt eine nichtstrahlende dielektrische Leitung vom Flügel-Typ, bei der Dielektrika 107 und 108 entlang des ebenen Abschnitts von dielektrischen Streifen 109 und 110 gebildet sind, wobei jedes Dielektrikum 109, 110 einen vorstehenden Flügelabschnitt aufweist, wobei die Flügelabschnitte sich einander berühren.

Bei den Wellenleitern weisen nichtstrahlende dielektrische Wellenleiter gegenüberliegende leitfähige Platten auf, wobei ein dielektrischer Streifen zwischen den Platten eingefügt ist. Dielektrische Schichten können ferner auf den Oberflächen der leitfähigen Platten, die zu einem Weg hin gerichtet sind, der durch die Platten gebildet ist, vorgesehen sein.

Eine elektromagnetische Welle mit einer Polarisationssebene parallel zu der Oberfläche der leitfähigen Platten breitet sich in einer "Ausbreitungsregion" in dem dielektrischen Streifen aus, wobei die Ausbreitung einer solchen Welle in der anderen Region, d. h. "der Grenzregion" zwischen den Platten abgeschnitten wird.

Bei einem solchen nichtstrahlenden dielektrischen Wellenleiter wird ein Übertragungsverlust reduziert, indem die Beabstandung zwischen den Leitern kleiner als die Hälfte der Wellenlänge einer sich ausbreitenden elektromagnetischen Welle gemacht wird, wodurch die Strahlungswelle in einem gebogenen Abschnitt oder in einem nicht-kontinuierlichen Abschnitt unterdrückt wird.

Bei der normalen nichtstrahlenden dielektrischen Leitung, die in Fig. 19A gezeigt ist, ist eine sehr genaue Positionierung von dielektrischen Streifen, um einen Weg für eine elektromagnetische Welle zu bilden, relativ schwierig, wobei eine solche Struktur für Schwingungen und Stöße anfällig ist, da keine Vorrichtung zum Positionieren des Dielektrikums in den Leiterebenen vorgesehen ist.

Die nichtstrahlende dielektrische Leitung vom Rillentyp, die in Fig. 19B gezeigt ist, zeichnet sich durch ein Positionieren und die mechanische Stärke des Wellenleiters aus. Es existieren jedoch beispielsweise Probleme, derart, daß ein Stromfluß, der in den Eckenabschnitten der Rille konzentriert ist, einen großen Übertragungsverlust bewirkt, und daß eine leitfähige Platte mit Rillen im Hinblick auf Massenproduktionskosten nachteilhaft ist. Wenn ferner ein dielektrischer Streifen mit

einer hohen dielektrischen Konstante er von mehr als etwa 5 verwendet wird, kann ein kleiner Zwischenraum zwischen dem Streifen und der leitfähigen Platte unvorhersagbare Änderungen der Charakteristika des Wellenleiters bewirken.

Bei der nichtstrahlenden dielektrischen Leitung vom Isolationstyp aus Fig. 19C ist, da eine dielektrische Schicht mit einer niedrigen dielektrischen Konstante zwischen einem dielektrischen Streifen einer hohen dielektrischen Konstante und einer leitfähigen Platte vorgesehen ist, selbst wenn der nichtstrahlende dielektrische Wellenleiter durch Verwendung eines dielektrischen Materials mit einer hohen dielektrischen Konstante sehr klein gemacht wird, das Problem des Verschmälerns der Einzelbetriebsregion aufgrund des Auftretens eines höheren Modus nicht vorhanden. Ferner werden weitere Variationen von Charakteristika aufgrund des Zwischenraums zwischen dem Streifen und der leitfähigen Platte beseitigt. Die nichtstrahlende dielektrische Leitung vom Isolationstyp weist jedoch die gleichen Nachteile auf, die auch die nichtstrahlende dielektrische Leitung vom normalen Typ bezüglich der Positionierung und der mechanischen Stärke des dielektrischen Streifens aufweist.

Bei der nichtstrahlenden dielektrischen Leitung vom Flügeltyp, die in Fig. 19D gezeigt ist, sind die oben beschriebenen Probleme beseitigt. Je höher jedoch die dielektrische Konstante des verwendeten Materials ist, oder je höher die verwendete Frequenz ist, um so dünner muß die Dicke des Flügelabschnitts gewählt werden. Somit wird es schwierig, eine dielektrische Schicht mit einem kleinen Flügelabschnitt zu erzeugen, selbst wenn eine Spritzgußtechnologie verwendet wird.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, einen nichtstrahlenden dielektrischen Wellenleiter mit niedrigem Übertragungsverlust, einfacher Herstellbarkeit und mit stabilen elektrischen Charakteristika des Wellenleiters zu schaffen.

Diese Aufgabe wird durch einen nichtstrahlenden dielektrischen Wellenleiter gemäß Anspruch 1 sowie durch ein Verfahren zum Herstellen eines nichtstrahlenden dielektrischen Wellenleiters gemäß Anspruch 19 oder 21 gelöst.

Das Ziel dieser Erfindung besteht also darin, einen nichtstrahlenden dielektrischen Wellenleiter zu schaffen, welcher die Probleme löst und die Positionierung der dielektrischen Streifen während des Produktionsprozesses verbessert, bei dem der Übertragungsverlust reduziert ist, und bei dem Charakteristikaveränderungen an einer Biegung des Wellenleiters vermieden werden.

Um diese Ziele zu erreichen, schafft die vorliegende Erfindung einen nichtstrahlenden Wellenleiter mit folgenden Merkmalen: einem oberen Leiter; einem unteren Leiter, der von dem oberen Leiter entfernt positioniert ist, wobei Hauptoberflächen des oberen und des unteren Leiters einander gegenüber liegen; einer ersten dielektrischen Schicht an einer unteren Oberfläche des oberen Leiters; einer zweiten dielektrischen Schicht an einer oberen Oberfläche des unteren Leiters; einem Überbrückungsdielektrikum, welches jeweiligen Teile der ersten und der zweiten dielektrischen Schicht verbindet, um einen Ausbreitungsbereich zu bilden, wobei der Abstand zwischen dem oberen und dem unteren Leiter in dem Ausbreitungsbereich an dem Überbrückungsdielektrikum größer als der Abstand zwischen dem oberen und dem unteren Leiter an anderen Teilen der ersten und der zweiten Schicht in einer Nicht-Aus-

breitungsregion ist.

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung sind bei dem nichtstrahlenden dielektrischen Wellenleiter die obere und die untere dielektrische Schicht und das Überbrückungsdielektrikum einstückig geformt.

Da bei einem solchen Wellenleiter der Abstand zwischen den Leitern in dem Nicht-Ausbreitungsbereich kleiner als der Abstand zwischen den Leitern in dem Ausbreitungsbereich ist, und da eine dielektrische Schicht mit einer niedrigen dielektrischen Konstante in dem Nicht-Ausbreitungsbereich vorgesehen ist, ist es möglich, die Dicke der dielektrischen Schicht in dem Nicht-Ausbreitungsbereich zu erhöhen, damit sie größer als die der bekannten nichtstrahlenden dielektrischen Leitung vom Flügeltyp ist. Selbst wenn der nichtstrahlende dielektrische Wellenleiter unter Verwendung eines dielektrischen Materials mit einer relativ hohen dielektrischen Konstante größenmäßig reduziert wird, können daher eine dielektrische Schicht und ein Überbrückungsdielektrikum mittels Formen, wie z. B. des Spritzgußverfahrens, einstückig gebildet werden. Da der Ausbreitungsbereich und der Nicht-Ausbreitungsbereich gleichzeitig gebildet werden, treten ferner verschiedene Probleme bezüglich der Positionsbestimmung, der Massenproduktion und von Charakteristika-variationen des dielektrischen Streifens wie bei herkömmlichen Wellenleitern nicht auf.

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung kann der nichtstrahlende dielektrische Wellenleiter ein Füll-dielektrikum aufweisen, das in einen Raum, der durch die erste und die zweite dielektrische Schicht gebildet wird, gefüllt ist. Die dielektrische Konstante des Füll-dielektrikums kann kleiner als die des Überbrückungsdielektrikums sein.

Die vorliegende Erfindung schafft ferner einen nichtstrahlenden dielektrischen Wellenleiter, bei dem der Abstand zwischen dem ersten und dem zweiten Leiter in dem Bereich um das Überbrückungsdielektrikum weich verändert wird, um scharfe Ecken bei dem Leiter und bei den Dielektrika zu vermeiden.

Ferner schafft die vorliegende Erfindung einen nichtstrahlenden dielektrischen Wellenleiter, bei dem das Überbrückungsdielektrikum in zumindest einen oberen und einen unteren Abschnitt aufteilbar ist.

Bei einem solchen Wellenleiter kann ein Leiterfilm ohne weiteres auf nur eine der Oberflächen jedes Dielektrikums gebildet werden, da sowohl das obere als auch das untere Bauglied kombiniert werden, nachdem sie separat gebildet worden sind, wodurch das Formen des dielektrischen Materials einfach wird.

Die vorliegende Erfindung schafft ferner einen nichtstrahlenden dielektrischen Wellenleiter mit einer Schaltungsplatine mit einer Streifenleitung, welche wirksam mit dem Überbrückungsdielektrikum verbunden ist, wobei die Schaltungsplatine zwischen dem oberen und dem unteren dielektrischen Überbrückungsbauglied positioniert ist.

Eine integrierte Schaltung oder eine aktive Komponente kann ohne weiteres gebildet werden, bei der die Leiterschaltung auf der Schaltungsplatine mit dem nichtstrahlenden dielektrischen Wellenleiter gekoppelt ist.

Ferner schafft die vorliegende Erfindung einen nichtstrahlenden dielektrischen Wellenleiter, bei dem zumindest entweder die erste oder die zweite dielektrische Schicht eine Struktur mit Löchern aufweist, um die dielektrische Konstante derselben zu reduzieren.

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend bezugnehmend auf die bei liegenden Zeichnungen detaillierter erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Schnittansicht, die einen nichtstrahlenden dielektrischen Wellenleiter gemäß einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung darstellt;

Fig. 2 eine Schnittansicht eines nichtstrahlenden dielektrischen Wellenleiters gemäß einem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung;

Fig. 3 eine Schnittansicht eines nichtstrahlenden dielektrischen Wellenleiters gemäß einem dritten Aspekt der vorliegenden Erfindung;

Fig. 4 eine Schnittansicht eines nichtstrahlenden dielektrischen Wellenleiters gemäß einem vierten Aspekt der vorliegenden Erfindung;

Fig. 5 eine Schnittansicht eines nichtstrahlenden dielektrischen Wellenleiters gemäß einem fünften Aspekt der vorliegenden Erfindung;

Fig. 6 eine Schnittansicht eines nichtstrahlenden dielektrischen Wellenleiters gemäß einem sechsten Aspekt der vorliegenden Erfindung;

Fig. 7A und 7B Schnittansichten eines nichtstrahlenden dielektrischen Wellenleiters gemäß einer Modifikation des dritten Aspekts der vorliegenden Erfindung;

Fig. 8 eine perspektivische Teilansicht eines nichtstrahlenden Wellenleiters gemäß dem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung;

Fig. 9 eine Schnittansicht des nichtstrahlenden dielektrischen Wellenleiters gemäß dem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung;

Fig. 10 die Beziehung zwischen der Höhe  $h_2$  und der Grenzfrequenz  $f_c$  in dem Nicht-Ausbreitungsbereich mit der Dicke  $t$  des Dielektrikums in dem Nicht-Ausbreitungsbereich als Parameter;

Fig. 11A und 11B Schnittansichten des Aufbaus des nichtstrahlenden dielektrischen Wellenleiters gemäß einer Modifikation des ersten Aspekts der vorliegenden Erfindung;

Fig. 12 eine perspektivische Teilansicht eines nichtstrahlenden dielektrischen Wellenleiters gemäß einer Modifikation des ersten Aspekts der vorliegenden Erfindung;

Fig. 13 eine perspektivische Teilansicht eines nichtstrahlenden dielektrischen Wellenleiters gemäß dem dritten Aspekt der vorliegenden Erfindung;

Fig. 14A und 14B perspektivische Teilansichten, die ein Beispiel von Schritten beim Herstellen eines nichtstrahlenden dielektrischen Wellenleiters gemäß dem dritten Aspekt der vorliegenden Erfindung darstellen;

Fig. 15 eine perspektivische Teilansicht eines nichtstrahlenden dielektrischen Wellenleiters gemäß einer Modifikation des vierten Aspekts der vorliegenden Erfindung;

Fig. 16 eine perspektivische Teilansicht eines nichtstrahlenden dielektrischen Wellenleiters gemäß dem fünften Aspekt der vorliegenden Erfindung;

Fig. 17 eine perspektivische Teilansicht, die die Beziehung zwischen einer Streifenleitung auf einer Schaltungsplatine und dem Ausbreitungsbereich des nichtstrahlenden dielektrischen Wellenleiters darstellt;

Fig. 18 eine perspektivische Teilansicht eines nichtstrahlenden dielektrischen Wellenleiters gemäß dem sechsten Aspekt der vorliegenden Erfindung; und

Fig. 19A, 19B, 19C und 19D Schnittansichten, die den Aufbau von verschiedenen herkömmlichen nichtstrahlenden dielektrischen Wellenleitern darstellen.

Bezugnehmend auf Fig. 1 ist der Abstand  $h_1$  zwischen dem oberen und dem unteren Leiter 1 und 2 in einem Ausbreitungsbereich größer als der Abstand  $h_2$  zwischen dem oberen und dem unteren Leiter 1 und 2 in dem Nicht-Ausbreitungsbereich. Ferner sind die Leiterabschnitte in dem Nicht-Ausbreitungsbereich von einer dielektrischen Schicht 3' bedeckt, welche sich von einem Dielektrikum 3, das als "Überbrückungsdielektrikum" oder als "dielektrischer Steifen" bezeichnet wird, des Ausbreitungsbereichs mit einer dielektrischen Konstante  $\epsilon_1$  erstreckt, wobei eine dielektrische Schicht 5 eine dielektrische Konstante  $\epsilon_2$  aufweist, die kleiner als die dielektrische Konstante  $\epsilon_1$  des dielektrischen Streifens ist.

Die Dicke  $t$  der dielektrischen Schicht 3' ist dicker als die von anderen Abschnitten. Die Beziehung zwischen  $h_2$ ,  $t$  und der Grenzfrequenz wird nachfolgend beschrieben.

Bezugnehmend auf Fig. 8 sind das Dielektrikum 3, d. h. das "Überbrückungsdielektrikum", und die dielektrischen Schichten 3' einstückig gebildete Komponenten aus einer dielektrischen Keramik oder aus einem dielektrischen Harz mit der dielektrischen Konstante  $\epsilon_1 = 7,3$ . Elektrisch leitfähige Filme 11 und 12 werden durch Beschichten und Brennen einer Silberpaste oder durch Kupferplattieren jeweils auf der oberen und der unteren Oberfläche derselben gebildet. Eine dielektrische Schicht 5 mit einer niedrigen dielektrischen Konstante in dem Nicht-Ausbreitungsbereich ist eine Luftschicht mit einer dielektrischen Konstante  $\epsilon_0$ .

Fig. 9 zeigt die Abmessungen der in Fig. 8 gezeigten Teile. Wenn diese nichtstrahlende dielektrische Leitung als eine Übertragungsleitung im 60-GHz-Band verwendet wird, werden die Abmessungen beispielsweise folgendermaßen eingestellt:  $h_1 = 2,0$  mm,  $h_2 = 1,2$  mm,  $t = 0,4$  mm und  $w = 1,0$  mm, wobei die Abmessungen  $h_2$  und  $t$  derart eingestellt sind, um die elektromagnetische Welle bei einer Frequenz abzuschneiden, die sich in dem Ausbreitungsbereich ausbreiten soll. Wie es in Fig. 9 gezeigt ist, wird bei diesem Beispiel ein Teil (Breite: 1,0 mm) des Nicht-Ausbreitungsbereichs als ein Berechnungsmodell verwendet, wobei die Beziehung zwischen der Grenzfrequenz und  $h_2$  mit  $t$  als Parameter bestimmt wird, wobei die Resultate in Fig. 10 gezeigt sind. Wenn  $t$  eine Konstante ist, bedeutet dies, daß mit kleiner werdendem  $h_2$  die Grenzfrequenz höher wird. Wenn  $h_2$  konstant ist, wird mit größer werdendem  $t$  die Grenzfrequenz kleiner. Wenn  $t$  beispielsweise auf 0,4 mm eingestellt ist, um die Grenzfrequenz über 60 GHz zu bringen, sollte  $h_2$  kleiner als etwa 1,65 mm sein. Wenn beispielsweise für  $h_2 = 1,65$  mm gilt, sollte  $t = 0,4$  mm betragen, um die Grenzfrequenz auf 60 GHz einzustellen.

Fig. 11A und 11B zeigen die Beziehung zwischen der Breite  $w_1$  eines Teils, welcher vertikal in den Ausbreitungsbereich des Dielektrikums 3 vorsteht, und der Breite  $w_2$  des Zwischenabschnitts. Obwohl bei dem in den Fig. 8 und 9 gezeigten Beispiel  $w_1$  gleich  $w_2$  ist, ist es auch möglich, daß  $w_1 > w_2$  ist, wie es in Fig. 11A gezeigt ist, oder daß  $w_1 < w_2$  ist, wie es in Fig. 11B gezeigt ist.

Wenn daher ein Versuch unternommen wird, um den nichtstrahlenden dielektrischen Wellenleiter insgesamt kleiner zu machen, indem ein dielektrisches Material mit einer relativ hohen dielektrischen Konstante verwendet wird, wird  $t$  nicht sehr klein werden, wodurch durch Spritzgießen oder dergleichen ein einstückiges Formen

möglich wird. Da der Ausbreitungsbereich und der Nicht-Ausbreitungsbereich gleichzeitig gebildet werden, werden ferner verschiedene Probleme im Stand der Technik bezüglich der Positionierung, der Massenproduktion und von Charakteristikavariationen des dielektrischen Streifens gleichzeitig gelöst.

#### Zweites Ausführungsbeispiel

Bezugnehmend auf Fig. 2 ist der Abstand  $h_1$  zwischen dem oberen und dem unteren Leiter 1 und 2 in dem Ausbreitungsbereich größer als der Abstand  $h_2$  zwischen dem oberen und dem unteren Leiter 1 und 2 in dem Nicht-Ausbreitungsbereich, wobei das Dielektrikum 3 und die dielektrischen Schichten 3' in dem im wesentlichen gesamten Raum zwischen den beiden Leitern 1 und 2 vorgesehen sind. Da der Abstand  $h_2$  zwischen den Leitern in dem Nicht-Ausbreitungsbereich auf diese Art und Weise kleiner als der Abstand  $h_1$  zwischen den Leitern in dem Ausbreitungsbereich ist, kann sich aufgrund der Einstellung von  $\epsilon_1$ ,  $h_1$  und  $h_2$  eine elektromagnetische Welle aus einem vorbestimmten Frequenzband in dem Ausbreitungsbereich ausbreiten, während die elektromagnetische Welle dieses Frequenzbandes in dem Nicht-Ausbreitungsbereich abgeschnitten wird. Die Dicke  $h_2$  der dielektrischen Schichten 3' in dem Nicht-Ausbreitungsbereich kann daher größer als die Summe der Dicken des oberen und des unteren dielektrischen Abschnitts 107 und 108 in dem Nicht-Ausbreitungsbereich der nichtstrahlenden dielektrischen Leitung vom Flügeltyp sein, der in Fig. 19D gezeigt ist, da der Abstand zwischen dem oberen und dem unteren Leiter verkleinert ist. Im Vergleich zu Fig. 1 wird  $h_2$  von Fig. 2 ferner größer als  $t$  von Fig. 1, wodurch ein einstückiges Formen durch Spritzgießen einfacher wird. Da der Ausbreitungsbereich und der Nicht-Ausbreitungsbereich ferner gleichzeitig gebildet werden, werden verschiedene Probleme bezüglich der Positionsbestimmung, der Massenproduktion und bezüglich von Charakteristikavariationen des dielektrischen Streifens, welche beim Stand der Technik auftreten, gleichzeitig gelöst.

Bezugnehmend auf Fig. 12 bezeichnet das Bezugszeichen 3 eine einstückig geformte Komponente, die aus einer dielektrischen Keramik oder einem dielektrischen Harz gebildet ist, wobei leitfähige Filme 11 und 12 jeweils auf der gesamten oberen und unteren Oberfläche des Harzes oder der Keramik gebildet sind. Die Höhenabmessung  $h_1$  des Dielektrikums 3, welches vertikal in den Ausbreitungsbereich vorsteht, ist derart eingestellt, daß sich eine elektromagnetische Welle eines vorbestimmten Frequenzbandes in dem Ausbreitungsbereich ausbreiten kann, während die Höhe  $h_2$  in dem Nicht-Ausbreitungsbereich auf eine Höhe eingestellt ist, bei der sich eine elektromagnetische Welle des Frequenzbandes in diesem Nicht-Ausbreitungsbereich nicht ausbreiten kann. Wenn beispielsweise eine dielektrische Keramik mit einer relativen dielektrischen Konstante von 7,3 verwendet wird, und wenn eine Übertragungsleitung in dem 60-GHz-Band hergestellt werden soll, lauten  $n_1 = 2,0$  mm,  $h_2 = 1,2$  mm und  $w = 1,0$  mm. Das Dielektrikum 3 kann ohne Spritzgießen durch mechanisches Bearbeiten hergestellt werden. Ferner können die leitfähigen Filme 11 und 12 derart gebildet werden, daß das Dielektrikum 3 ohne die Verwendung des Plattierens oder Brennens zwischen geformte metallische Platten gelegt wird.

Fig. 3 und 4 zeigen Aspekte des nichtstrahlenden dielektrischen Wellenleiters, welche Modifikationen des ersten bzw. zweiten Aspekts sind, und welche das Formen einfacher machen, und welche es einfach machen, eine integrierte Schaltung zusammen mit einer Schaltungsplatine zu bilden. Gemäß diesen Aspekten werden zwei Bauglieder kombiniert, von denen jedes aus einem Leiter und einem Dielektrikum gebildet ist und eine Form aufweist, derart, daß der dielektrische Abschnitt in zwei Abschnitte in der Ebene parallel zu den Leitern aufgeteilt ist. Beispiele des Aufbaus dieser Anordnung sind in den Fig. 3 und 4 gezeigt. In den Fig. 3 und 4 bezeichnen die Bezugszeichen 3 und 4 jeweils Dielektrika mit einer relativen dielektrischen Konstante von  $\epsilon_1$ . Das Bezugszeichen 5 bezeichnet beispielsweise Luft, welche eine relative dielektrische Konstante von  $\epsilon_2$  aufweist. Der Leiter 1 ist beispielsweise durch Beschichten oder Brennen einer Silberpaste oder durch Plattieren mit Kupfer auf der oberen Oberfläche des Dielektrikums 3 gebildet, während der Leiter 2 auf der unteren Oberfläche des Dielektrikums 4 auf ähnliche Art und Weise gebildet werden kann. Da bei dieser nichtstrahlenden dielektrischen Leitung das obere und das untere Bauglied kombiniert werden, nachdem sie jeweils separat gebildet worden sind, kann der Leiterfilm ohne weiteres auf nur einer Oberfläche des Dielektrikums gebildet werden. Insbesondere wird das einstückige Bilden des dielektrischen Materials bei dem in Fig. 3 gezeigten Aufbau ebenfalls einfach.

Das dritte Ausführungsbeispiel ist ferner in den Fig. 13, 14A und 14B dargestellt. Fig. 13 ist eine perspektivische Gesamtansicht. Die Bezugszeichen 3 und 4 bezeichnen jeweils aus einer dielektrischen Keramik oder aus einem dielektrischen Harz gebildete Komponenten, wobei ein Leiterfilm 11 auf der oberen Oberfläche des Dielektrikums 3 gebildet ist, während ein Leiterfilm 12 auf der unteren Oberfläche des Dielektrikums 4 gebildet ist. Die Fig. 14A und 14B zeigen Verfahren zum Herstellen des nichtstrahlenden dielektrischen Wellenleiters, der in Fig. 13 gezeigt ist. Zuerst wird ein Dielektrikum mit einer Form, wie sie in Fig. 14a gezeigt ist, welche als dein "Wellenleiterkörper" bezeichnet wird, gebildet, wonach ein Leiterfilm durch Brennen einer Silberpaste oder durch Plattieren mit Kupfer auf einer Oberfläche des Dielektrikums, wie es in Fig. 14B gezeigt ist, gebildet wird. Ein Paar dieser Leiterfilme wird in spiegelsymmetrischen Mustern angeordnet, wonach sie aufeinander plaziert werden, wie es in Fig. 13 gezeigt ist. Ein Paar aus oberem und unterem Bauglied wird beispielsweise in einem Gehäuse eingeschlossen, wodurch dieselben in dem Gehäuse aufeinander plaziert gehalten werden.

Der obere und untere Abschnitt des nichtstrahlenden Wellenleiters, der in Fig. 13 gezeigt ist, kann Honigwabenstrukturen aufweisen, wie es in Fig. 15 gezeigt ist. Die obere Oberfläche der dielektrischen Schicht 4' in dem Nicht-Ausbreitungsbereich ist in einer Honigwabenstruktur 4h gebildet. Natürlich kann die dielektrische Schicht 4' einen anderen Strukturtyp aufweisen, der ebenfalls Löcher erzeugt, um ihre wirksame dielektrische Konstante zu reduzieren. Das Dielektrikum 4 und die dielektrische Schicht 4' werden durch Formen einer dielektrischen Keramik oder eines dielektrischen Harzes einstückig gebildet. Ein Leiterfilm 12 wird auf der Gesamtoberfläche sowohl des Ausbreitungsbereichs als auch des Nicht-Ausbreitungsbereichs auf der

hinteren Oberfläche des Dielektrikums 4 gebildet. Ein weiteres Bauglied, wie z. B. das, das in Fig. 15 gezeigt ist, wird gebildet, wonach beide Oberflächen, auf denen kein Leiterfilm gebildet ist, aufeinandergelegt werden, wodurch ein nichtstrahlender dielektrischer Wellenleiter, wie er in Fig. 13 gezeigt ist, gebildet ist. Da in diesem Fall die wirksame dielektrische Konstante des Honigwabenstruktur-Abschnitts niedrig ist, ist es möglich, die Dicke  $t$  der dielektrischen Schicht 4' in dem Nicht-Ausbreitungsbereich zu erhöhen, wodurch ein einstückiges Herstellen durch Spritzgießen einfach wird, und wodurch die Stärke der dielektrischen Schicht erhöht wird.

#### Fünftes und sechstes Ausführungsbeispiel

Bezugnehmend auf die Fig. 5, 6 und 16 bezeichnet ein Bezugszeichen 7 eine Schaltungsplatine mit einer Streifenleitung 8, die in einem Teil derselben gebildet ist. In Fig. 5 und 15 ist eine Schaltungsplatine 7 zwischen das obere und das untere Bauglied des nichtstrahlenden dielektrischen Wellenleiters, der in Fig. 3 gezeigt ist, positioniert. In Fig. 6 ist eine Schaltungsplatine 7 zwischen das obere und das untere Bauglied des nichtstrahlenden dielektrischen Wellenleiters, der in Fig. 4 gezeigt ist, positioniert. Bei einem solchen Wellenleiter wird die elektromagnetische Welle, die sich in dem Ausbreitungsbereich ausbreitet, zu der Streifenleitung 8 gekoppelt, wodurch eine integrierte Schaltung oder eine aktive Komponente gebildet ist, bei der die Leiterschaltung auf der Schaltungsplatine 7 und der nichtstrahlende dielektrische Wellenleiter miteinander gekoppelt sind.

Fig. 17A und 17B zeigen die Kopplungsbeziehung zwischen dem Dielektrikum in dem Ausbreitungsbereich und dem Leiter auf der Schaltungsplatine. Fig. 17A zeigt die elektromagnetische Feldverteilung des LSM01-Modus. Fig. 17B zeigt die elektromagnetische Feldverteilung des LSE01-Modus. Bei diesen Zeichnungen sind die dielektrische Schicht und der Leiterfilm in dem Nicht-Ausbreitungsbereich der Dielektrika 3 und 4 weggelassen. In den Fig. 17A und 17B zeigen die durchgezogenen Linien das elektrische Feld an, während die gestrichelten Linien das magnetische Feld anzeigen. Wenn der LSM-Modus verwendet wird, wird eine Streifenleitung 8 auf der Schaltungsplatine 7 in einer zu der Ausbreitungsrichtung der elektromagnetischen Welle des nichtstrahlenden dielektrischen Wellenleiters rechtwinkligen Richtung plaziert, um die Streifenleitung 8 und den nichtstrahlenden dielektrischen Wellenleiter miteinander elektromagnetisch zu koppeln. Wie es in Fig. 17B gezeigt ist, ist die Streifenleitung 8, wenn der LSE-Modus verwendet wird, auf der Schaltungsplatine 7 entlang der Ausbreitungsrichtung der elektromagnetischen Welle des nichtstrahlenden dielektrischen Wellenleiters plaziert, um diese Streifenleitung 8 mit der elektromagnetischen Welle des nichtstrahlenden dielektrischen Wellenleiters zu koppeln. Auf diese Art und Weise ist eine integrierte Schaltung oder eine aktive Komponente für das Millimeterwellenband gebildet.

Bezugnehmend auf Fig. 18 ist bei den Dielektrika 3 und 4 des sechsten Ausführungsbeispiels die Höhe des Nicht-Ausbreitungsbereichs kleiner als die Höhe des Ausbreitungsbereichs gemacht, wobei ein Leiterfilm 11 auf der bezüglich Fig. 18 oberen Oberfläche des Dielektrikums 3 gebildet ist, während ein Leiterfilm 12 auf der bezüglich Fig. 18 unteren Oberfläche des Dielektrikums 4 gebildet ist. Die Schaltungsplatine 7 liegt zwischen diesen beiden Dielektrika. Eine Streifenleitung, wie z. B.

die, die in Fig. 17A und 17B gezeigt ist, ist auf der Schaltungsplatine 7 vorgesehen, wobei diese Streifenleitung mit der elektromagnetischen Welle gekoppelt ist, die sich durch den nichtstrahlenden dielektrischen Wellenleiter ausbreitet.

#### Siebttes Ausführungsbeispiel

In den Fig. 7A und 7B wurde das dritte Ausführungsbeispiel derart modifiziert, daß alle Ecken des Dielektrikums oder des Leiters in dem Ausbreitungsbereich modifiziert wurden, um eine gekrümmte Gestalt aufzuweisen. In Fig. 7B wurden die scharfen Ecken des Leiters und des Dielektrikums in dem Ausbreitungsbereich modifiziert, um eine abgeschrägte Gestalt aufzuweisen. Da der Abschnitt des Dielektrikums, der den Grat des Dielektrikums bildet, der in den Leiter in dem Ausbreitungsbereich vorsteht, mit abgeschrägten Ecken oder mit gekrümmten Ecken gebildet ist, kann die Konzentration eines elektrischen Stroms in diesem Abschnitt unterdrückt werden, wodurch der Übertragungsverlust reduziert werden kann.

#### Patentansprüche

1. Nichtstrahlender dielektrischer Wellenleiter mit folgenden Merkmalen:  
einem oberen Leiter (1);  
einem unteren Leiter (2), der von dem oberen Leiter (1) beabstandet ist;  
einer ersten dielektrischen Schicht (3'; 3), die auf einer unteren Oberfläche des oberen Leiters (1) vorgesehen ist; und  
einer zweiten dielektrischen Schicht (3'; 4), die auf einer oberen Oberfläche des unteren Leiters (2) vorgesehen ist;  
wobei jede Schicht (3'; 3, 4) ein jeweiliges dielektrisches Überbrückungsbauglied aufweist, das dicker als andere Abschnitte der entsprechenden dielektrischen Schichten ist, wobei das dielektrische Überbrückungsbauglied der ersten dielektrischen Schicht (3'; 3) einen inneren Abschnitt aufweist, der einem entsprechenden inneren Abschnitt des dielektrischen Überbrückungsbauglieds der zweiten dielektrischen Schicht (3'; 4) gegenübersteht, um eine Ausbreitungsregion zu bilden, und  
wobei ein Abstand zwischen dem oberen und dem unteren Leiter (1, 2) neben den dielektrischen Überbrückungsbaugliedern größer als in einer Nicht-Ausbreitungsregion neben anderen Abschnitten der ersten und der zweiten dielektrischen Schicht (3'; 3, 4) ist.
2. Nichtstrahlender dielektrischer Wellenleiter gemäß Anspruch 1, bei dem die inneren Abschnitte der dielektrischen Überbrückungsbauglieder breitenmäßig schmaler als andere Abschnitte der dielektrischen Überbrückungsbauglieder sind.
3. Nichtstrahlender dielektrischer Wellenleiter gemäß Anspruch 1, bei dem die inneren Abschnitte der dielektrischen Überbrückungsbauglieder breitenmäßig größer als andere Abschnitte der dielektrischen Überbrückungsbauglieder sind.
4. Nichtstrahlender dielektrischer Wellenleiter gemäß einem beliebigen der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die erste (3; 3) und die zweite (3; 4) dielektrische Schicht und die dielektrischen Überbrückungsbauglieder in einer einstückig geformten Einheit enthalten sind.

5. Nichtstrahlender dielektrischer Wellenleiter gemäß einem beliebigen der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die erste und die zweite dielektrische Schicht (3, 4) voneinander getrennt sind.
6. Nichtstrahlender dielektrischer Wellenleiter gemäß Anspruch 5, der ferner ein Füll-dielektrikum (5) aufweist, das in einen Raum gefüllt ist, der zwischen Abschnitten der ersten und der zweiten dielektrischen Schicht (3'; 3, 3'; 4) definiert ist, die von den dielektrischen Überbrückungsbaugliedern entfernt sind.
7. Nichtstrahlender dielektrischer Wellenleiter gemäß Anspruch 6, bei dem das Füll-dielektrikum (5) im wesentlichen aus Luft besteht.
8. Nichtstrahlender dielektrischer Wellenleiter gemäß Anspruch 6 oder 7, bei dem eine dielektrische Konstante des Füll-dielektrikums (5) niedriger als die der dielektrischen Überbrückungsbauglieder ist.
9. Nichtstrahlender dielektrischer Wellenleiter gemäß einem beliebigen der vorhergehenden Ansprüche, bei dem sich der Abstand zwischen dem oberen und dem unteren Leiter (1, 2) neben den dielektrischen Überbrückungsbaugliedern weich verändert.
10. Nichtstrahlender dielektrischer Wellenleiter gemäß Anspruch 9, bei dem zumindest ein dielektrisches Überbrückungsbauglied neben entweder dem entsprechenden oberen oder unteren Leiter oder neben beiden Leitern (1, 2) gekrümmte Oberflächen aufweist.
11. Nichtstrahlender dielektrischer Wellenleiter gemäß Anspruch 9, bei dem mindestens ein dielektrisches Überbrückungsbauglied neben entweder dem unteren oder dem oberen Leiter oder neben beiden Leitern (1, 2) abgeschrägte Oberflächen aufweist.
12. Nichtstrahlender dielektrischer Wellenleiter gemäß einem beliebigen der Ansprüche 1 bis 3, bei dem die beiden dielektrischen Überbrückungsbauglieder in einer einstückig geformten Einheit enthalten sind.
13. Nichtstrahlender dielektrischer Wellenleiter gemäß einem beliebigen der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die dielektrischen Überbrückungsbauglieder jeweils einstückig gebildete Einheiten mit der ersten (3) und der zweiten (4) dielektrischen Schicht bilden.
14. Nichtstrahlender dielektrischer Wellenleiter gemäß einem beliebigen der vorhergehenden Ansprüche, bei dem sich die erste dielektrische Schicht (3) und die zweite dielektrische Schicht (4) berühren.
15. Nichtstrahlender dielektrischer Wellenleiter gemäß einem beliebigen der vorhergehenden Ansprüche, der ferner folgendes Merkmal aufweist: eine Schaltungsplatine (7) mit einer Streifenleitung (8), welche wirksam mit den dielektrischen Überbrückungsbaugliedern verbunden ist, wobei die Schaltungsplatine (7) zwischen den dielektrischen Überbrückungsbaugliedern positioniert ist.
16. Nichtstrahlender dielektrischer Wellenleiter gemäß Anspruch 15, bei dem entweder die erste dielektrische Schicht (3) oder die zweite dielektrische Schicht (4) oder beide die Schaltungsplatine (7) berühren.
17. Nichtstrahlender dielektrischer Wellenleiter gemäß einem beliebigen der vorhergehenden An-

sprüche, bei dem entweder die erste oder die zweite dielektrische Schicht oder beide (3, 4) zumindest ein Loch aufweisen.

18. Nichtstrahlender dielektrischer Wellenleiter gemäß Anspruch 17, bei dem das zumindest eine Loch in einer Honigwabenstruktur (4h) enthalten ist.

19. Verfahren zum Herstellen eines nichtstrahlenden dielektrischen Wellenleiters mit folgenden Schritten:

Bilden eines Wellenleiterkörpers mit gegenüberliegenden dielektrischen Platten (3') und mit einem dielektrischen Streifen (3) zwischen denselben, wobei (3') auf äußeren Oberflächen der Platten (3') neben dem dielektrischen Streifen (3) Vorstände vorhanden sind; und

Aufbringen eines leitfähigen Materials (11, 12) auf die äußeren Oberflächen der Platten (3).

20. Verfahren gemäß Anspruch 19, bei dem der Wellenleiterkörper durch Formen hergestellt wird.

21. Verfahren zum Herstellen eines nichtstrahlenden dielektrischen Wellenleiters, mit folgenden Schritten:

Bilden eines ersten Wellenleiterkörpers mit einer ersten dielektrischen Platte (3') und einem dielektrischen Streifen, der an einer Oberfläche der dielektrischen Platte (3') angebracht ist, wobei die erste Platte (3') einen ersten Vorstand auf einer anderen Oberfläche der ersten Platte (3') neben dem dielektrischen Streifen aufweist;

Bilden eines zweiten Wellenleiterkörpers mit einer zweiten dielektrischen Platte (3') und mit einem zweiten Vorstand, welcher dem dielektrischen Streifen entspricht;

Gegenüberstellen des ersten und des zweiten Wellenleiterkörpers, derart, daß der erste und der zweite Vorstand nach außen berichtet sind, wobei der dielektrische Streifen (3) zwischen der ersten und der zweiten Platte (3') positioniert ist; und

Aufbringen eines elektrisch leitfähigen Materials (11, 12) auf die äußeren Oberflächen der Platten (3).

22. Verfahren gemäß Anspruch 21, das ferner folgenden Schritt aufweist:

Plazieren einer Schaltungsplatine (7) zwischen den ersten und den zweiten dielektrischen Wellenleiterkörper, wobei die Schaltungsplatine (7) ein Schaltungsmuster (8) aufweist, welches wirksam mit dem dielektrischen Streifenmuster (3) verbunden werden soll.

Hierzu 14 Seite(n) Zeichnungen

50

55

60

65

- Leerseite -



FIG. 1

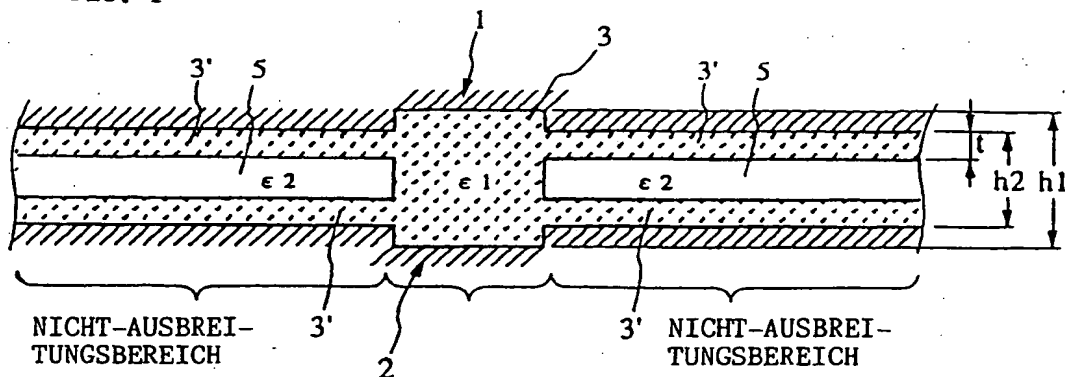


FIG. 2

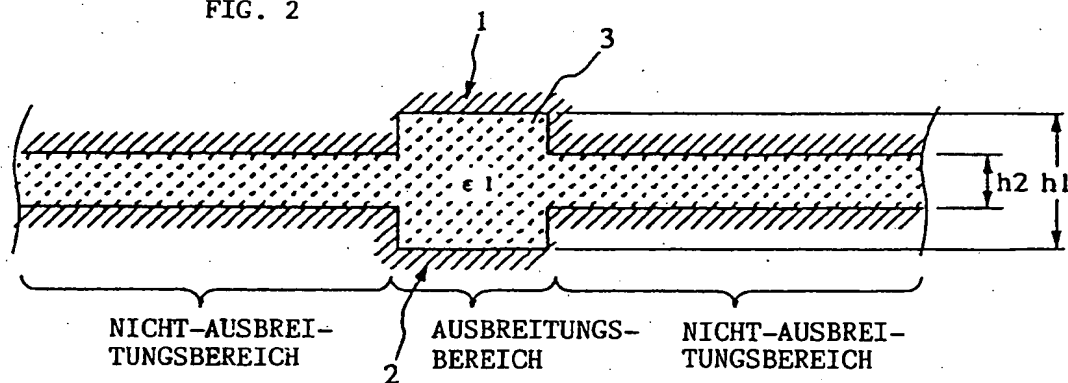


FIG. 3

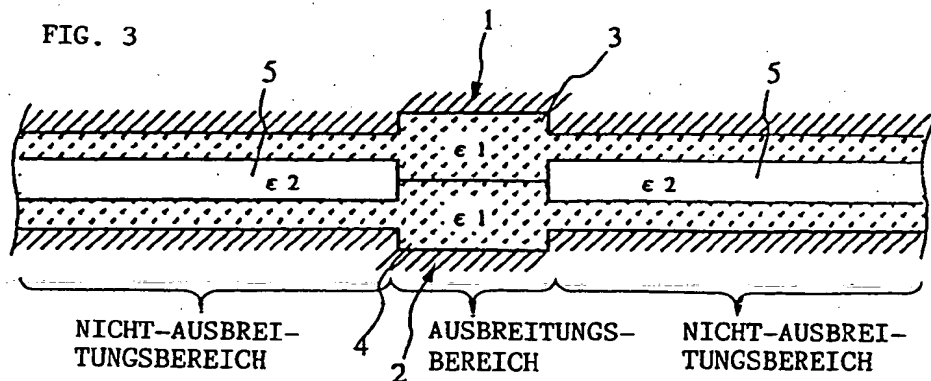


FIG. 4

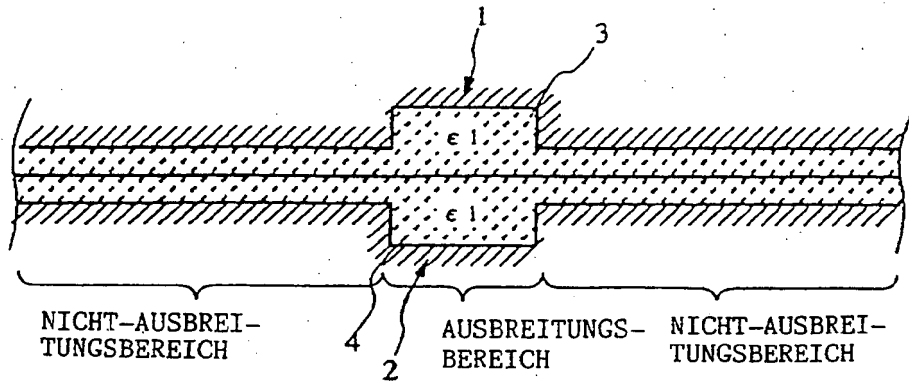


FIG. 5

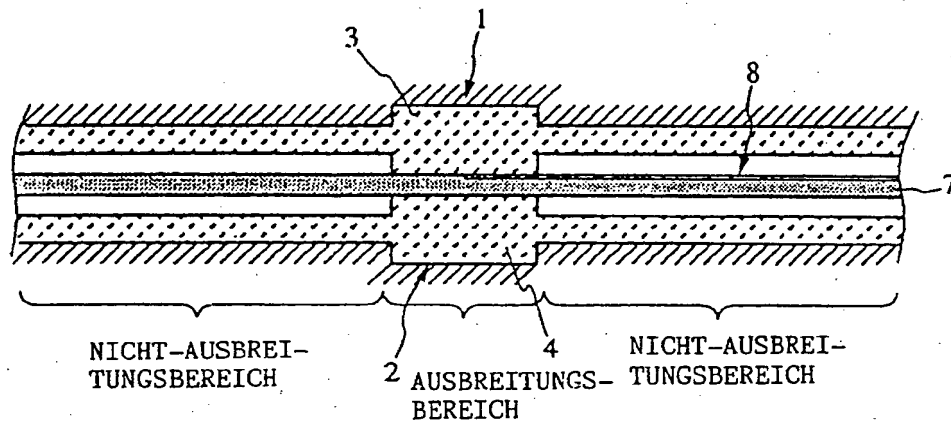


FIG. 6

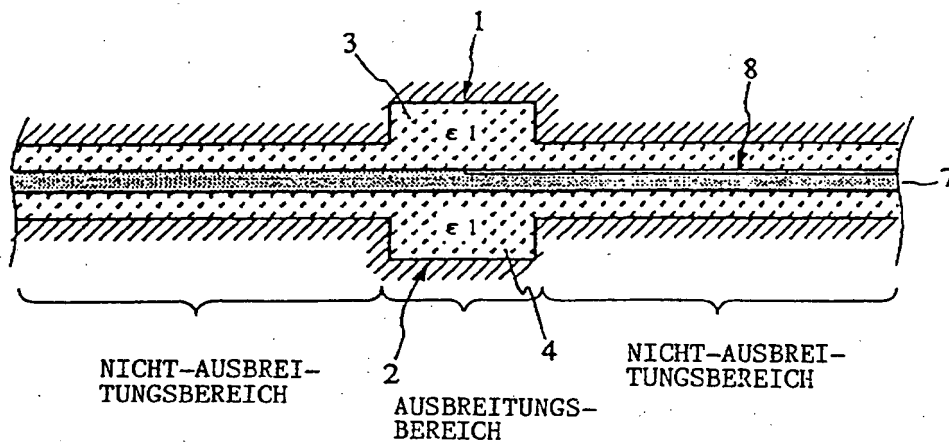


FIG. 7A

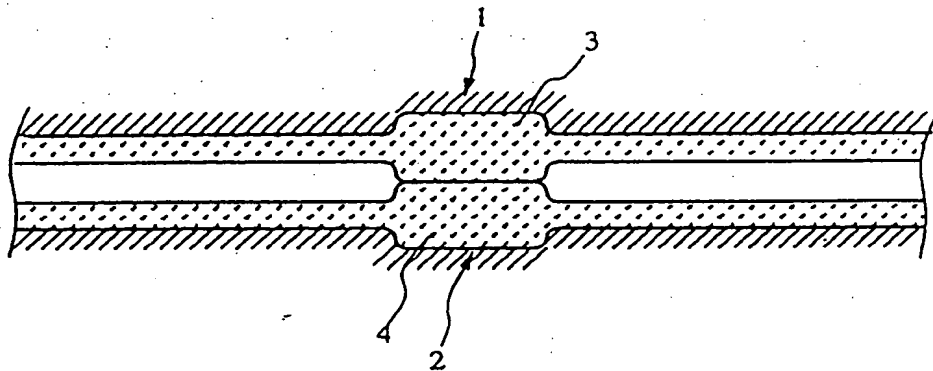


FIG. 7B

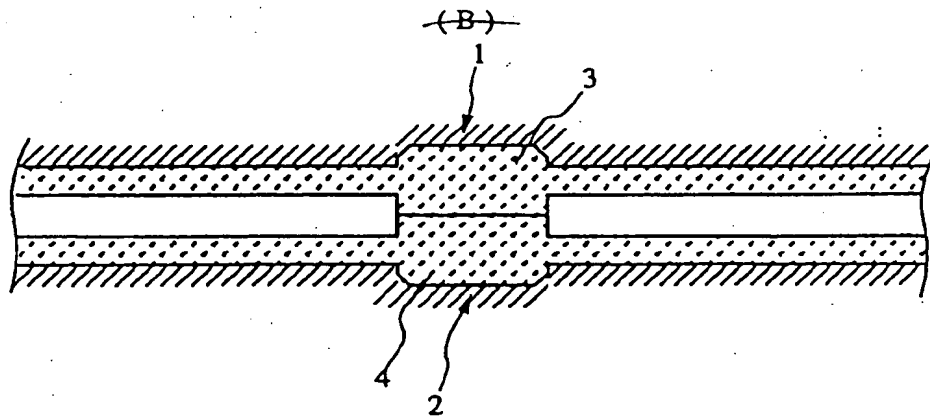


FIG. 8

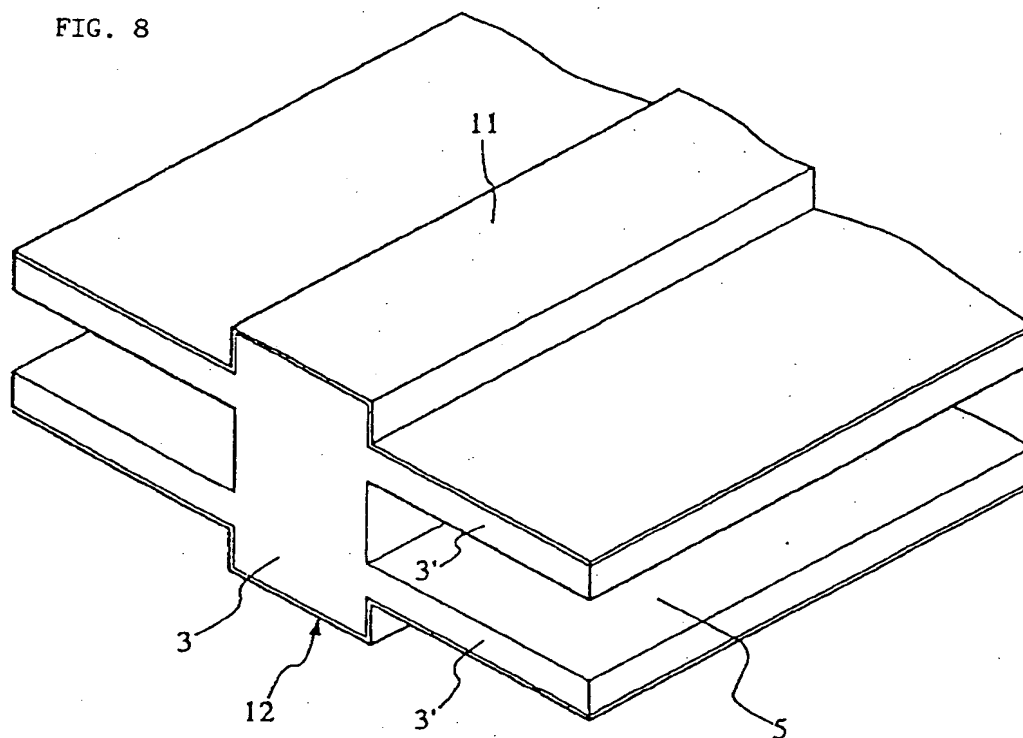


FIG. 9

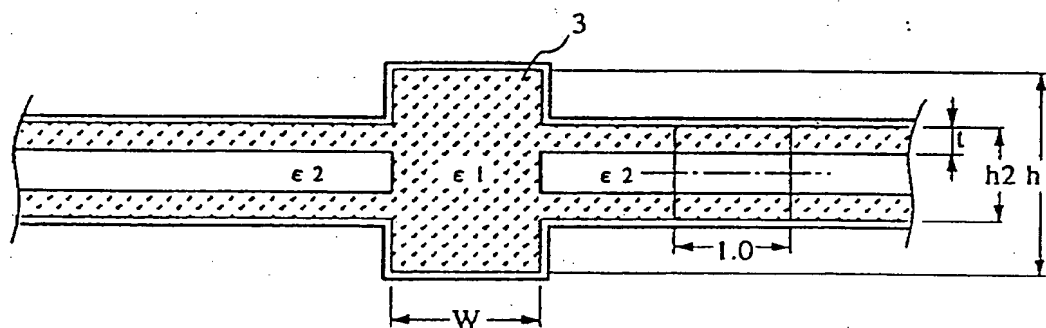


FIG. 10

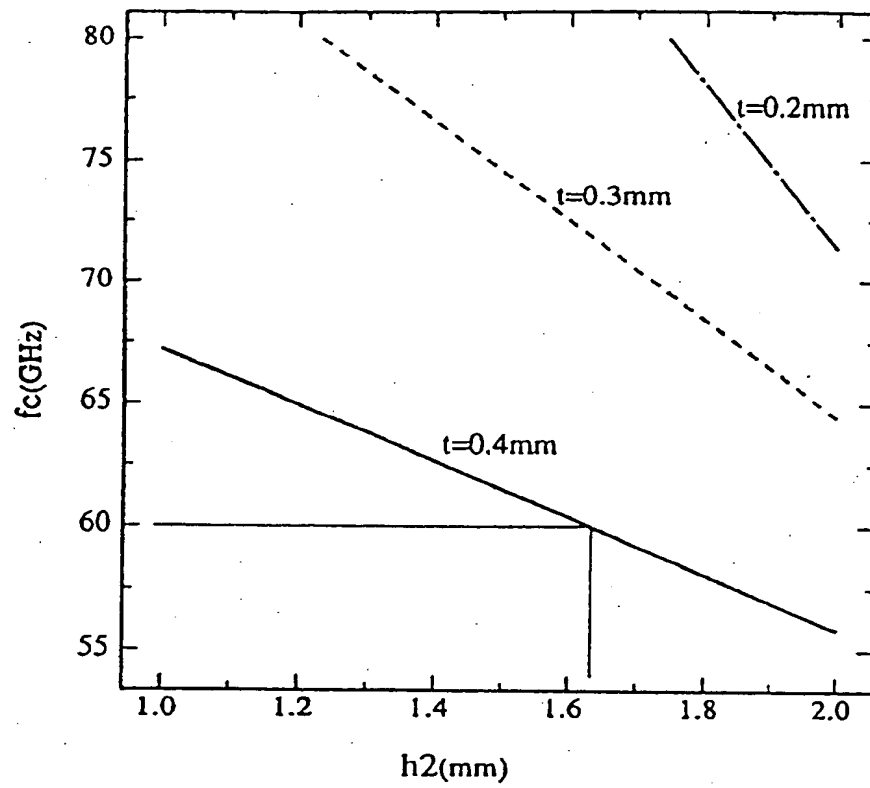


FIG. 11A

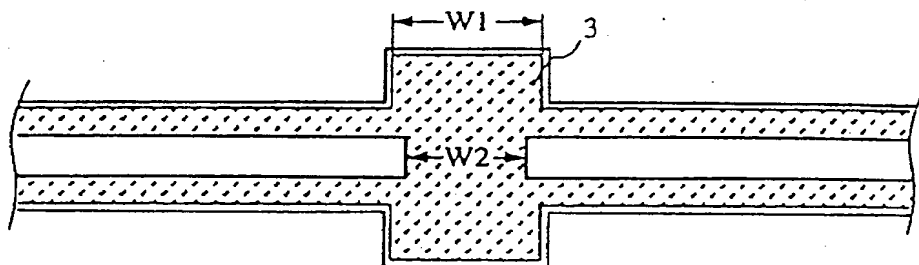


FIG. 11B

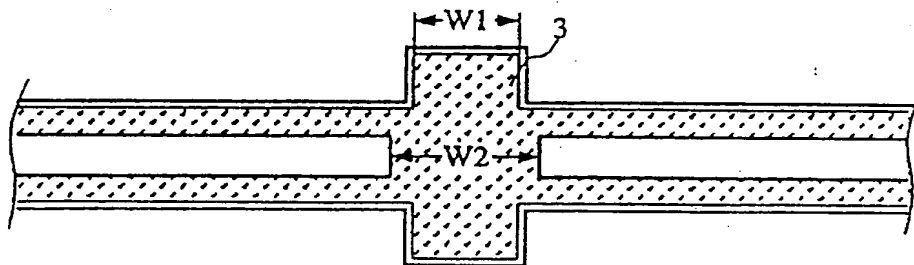


FIG. 12

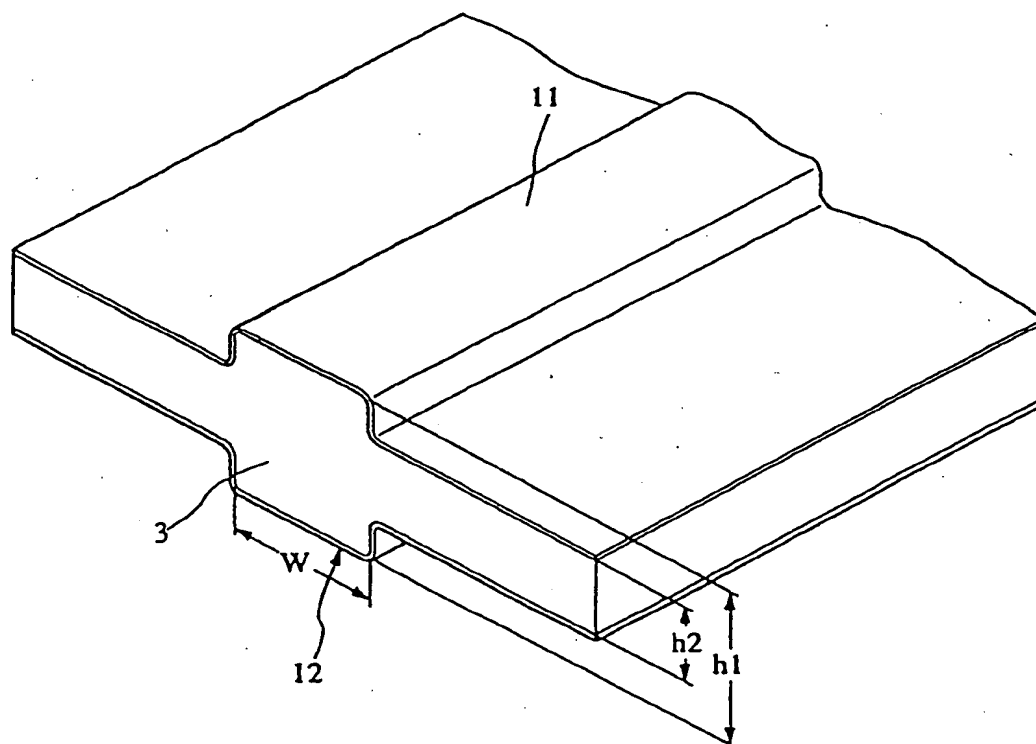


FIG. 13

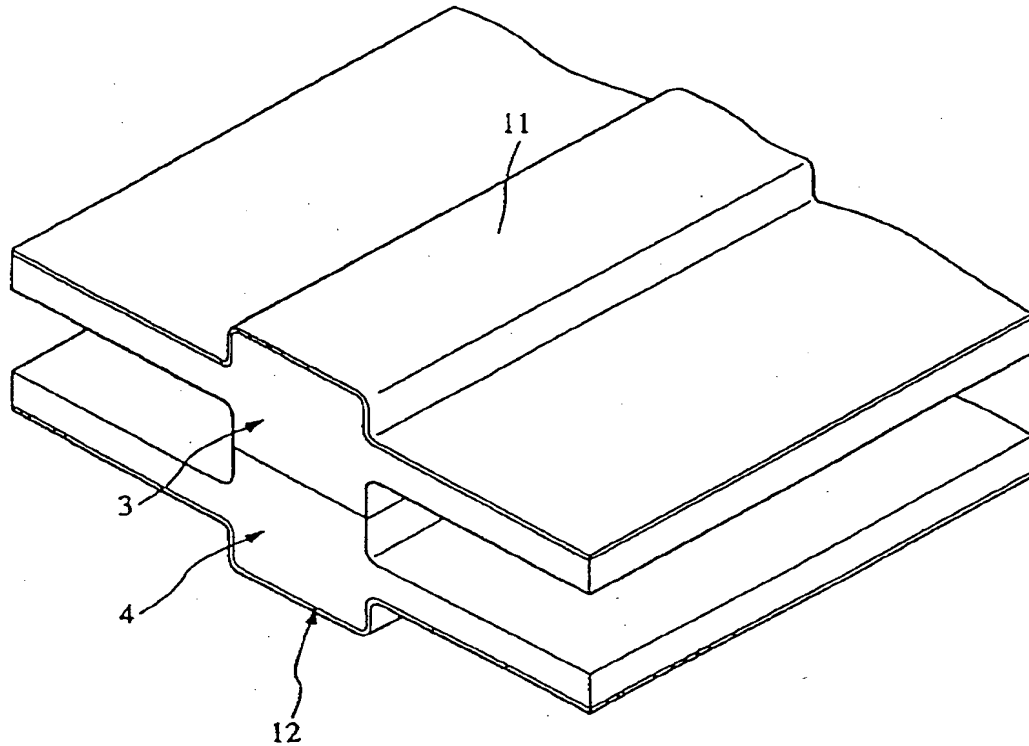




FIG. 14A

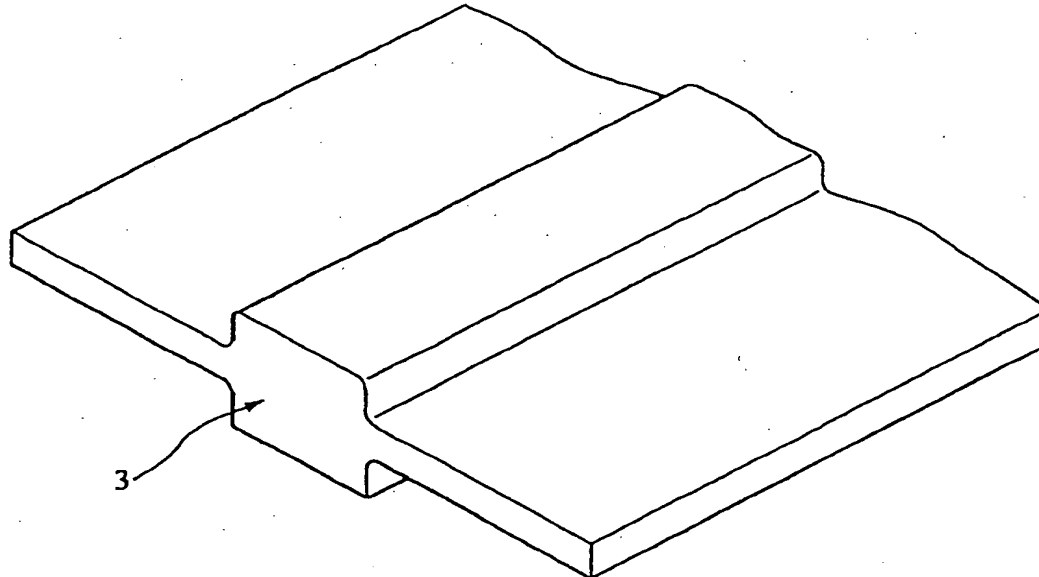


FIG. 14B

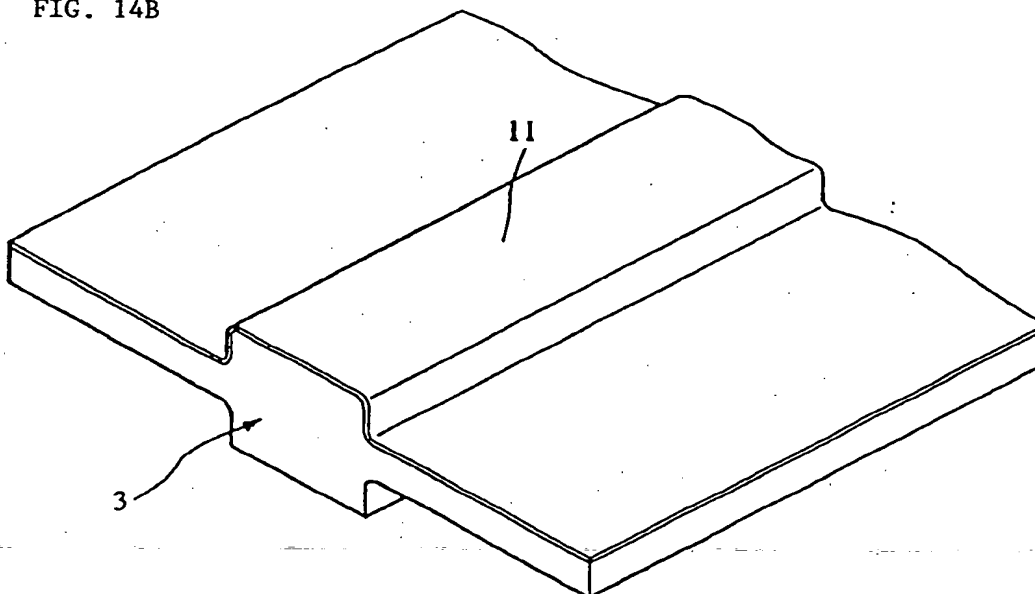


FIG. 15

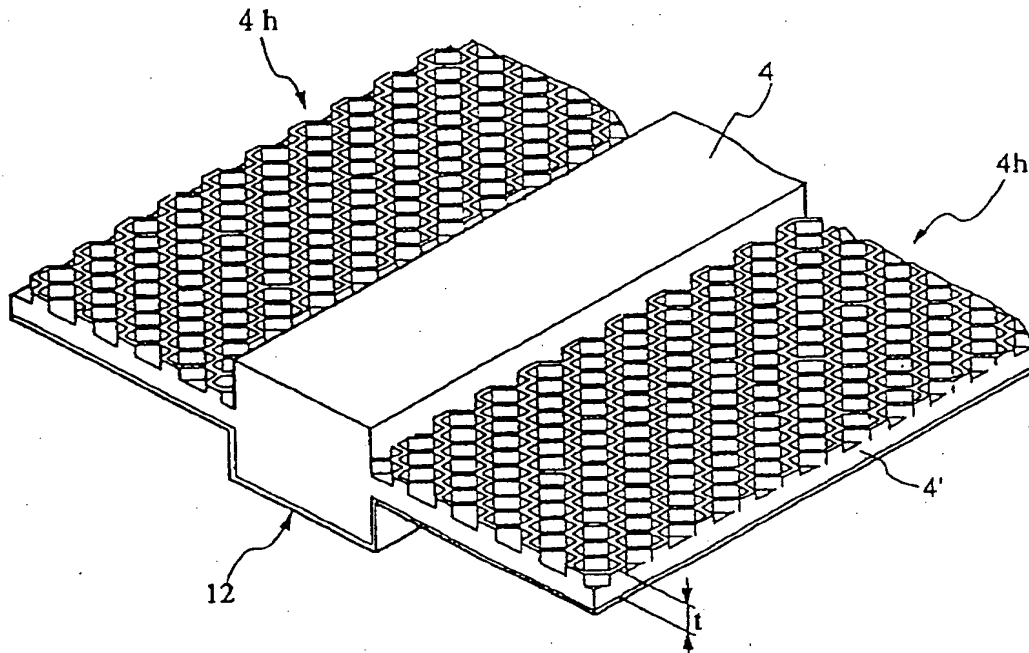


FIG. 16

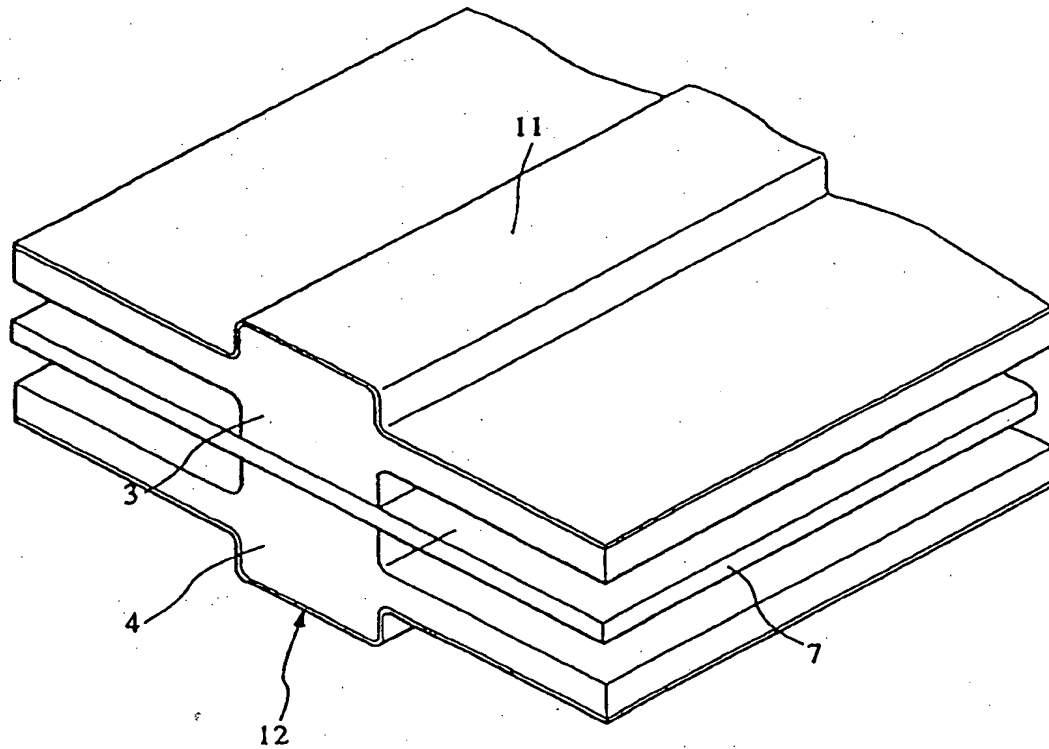


FIG. 17A

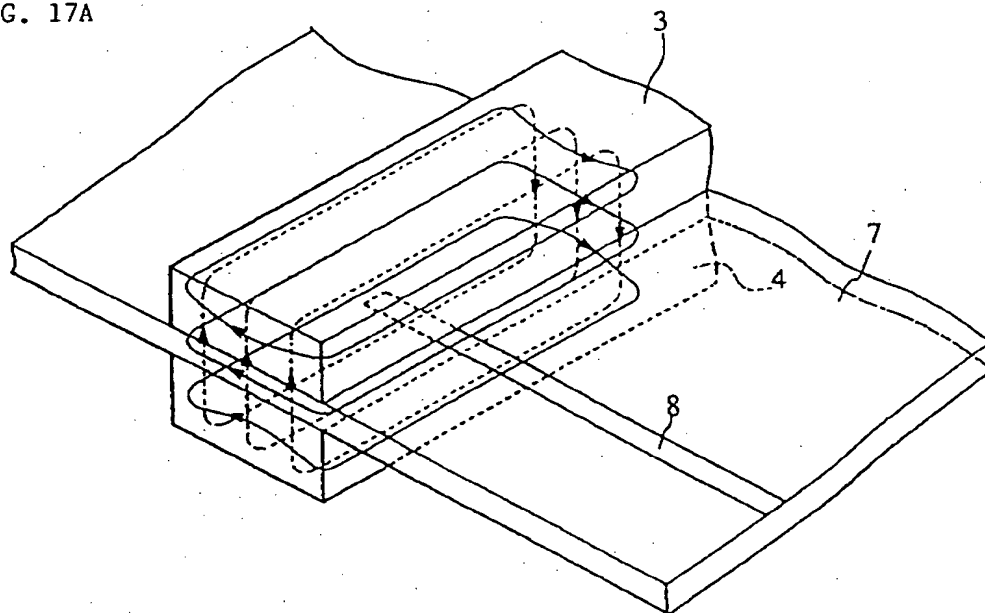


FIG. 17B

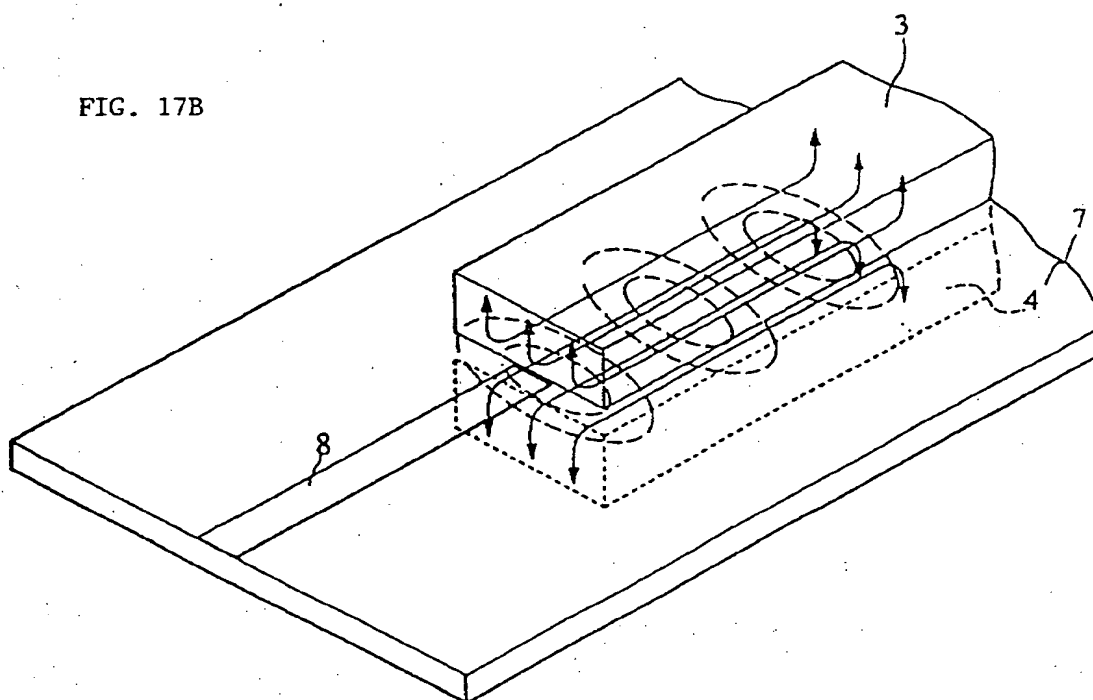


FIG. 18

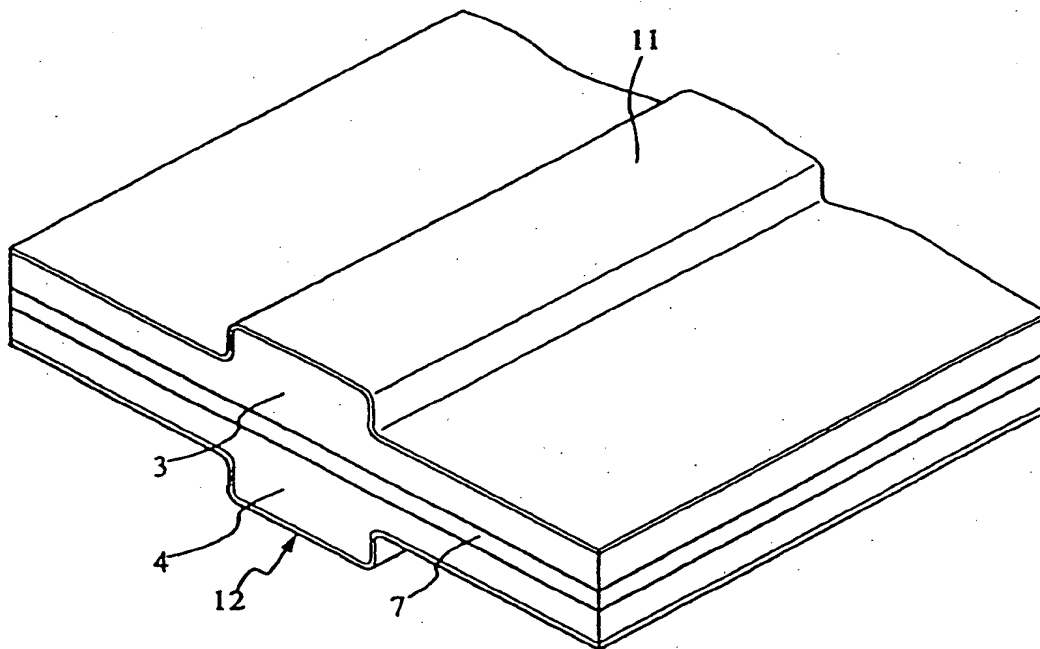


FIG. 19A

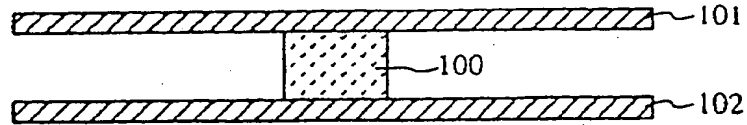


FIG. 19B

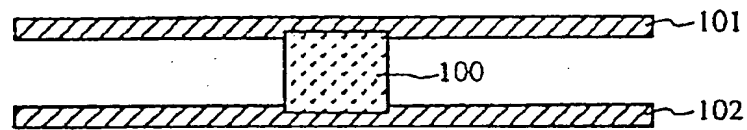


FIG. 19C

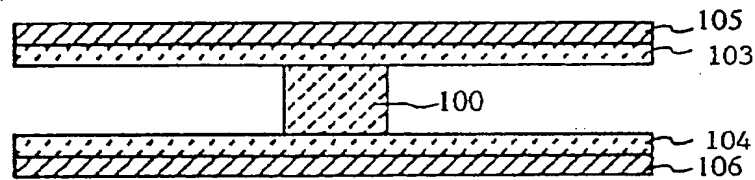


FIG. 19D

